



①⑨ **BUNDESREPUBLIK**
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 18 787 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 23 D 5/00

②① Aktenzeichen: 195 18 787.3
②② Anmeldetag: 22. 5. 95
④③ Offenlegungstag: 28. 11. 96

DE 195 18 787 A 1

⑦① Anmelder:
Herrmann, Stephan, 73663 Berglen, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Dampfbrenner für flüssige Brennstoffe in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist

⑤⑦ Ein Öldampfbrenner für Wärmeerzeuger kleiner Leistung, bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist umfaßt einen in der Nähe der Flamme oder in der Flamme angeordneten freitragenden, von Verbrennungsgasen umströmten hermetisch dichten Hohlkörper, in dem die Verdampfung des flüssigen Brennstoffs unter Luftabschluß während der Betriebsphase des Brenners stattfindet. In der Startphase des Brenners findet die Verdampfung in einem elektrisch beheizten Öldampferzeuger statt. Der Öldampf wird über mehrere axial oder radial angeordnete Bohrungen in die umgebende Verbrennungsluft eingedüst. Der Druck vor der Düse liegt dabei deutlich über dem Druck der umgebenden Verbrennungsluft. Die zugeführte Verbrennungsluft- und Brennstoffmenge ist über eine Verbundregelung dem aktuellen Wärmebedarf anpaßbar, wodurch ein Abschalten des Brenners weitgehend vermeidbar ist.

DE 195 18 787 A 1

Es ist bekannt im Bereich Haushalt und Kleinverbrauch (HuK) Heizöl EL in einem Öldruckzerstäubungsbrenner für Heizzwecke oder für Zwecke der thermischen Prozeßtechnik zu verbrennen. Das flüssige Heizöl EL wird unter hohem Druck (500 bis 2000 kPa) mittels einer Zerstäuberdüse in einen Tröpfchennebel verwandelt und dabei gleichzeitig mit der zugeführten Verbrennungsluft vermischt. Außerdem existiert ein Verfahren bei dem das Heizöl EL mittels Druckluft zerstäubt wird. Darüberhinaus existieren Verdampfungsbrennerkonstruktionen bei denen der flüssige Brennstoff an der Oberfläche eines beheizten Körpers, der von Verbrennungsluft umgeben ist, verdampft.

Der in Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, den Öldurchsatz (Ölmassenstrom) beim Druckzerstäuberverfahren insbesondere im unteren Leistungsbereich stufenlos zu verringern. Eine Reduzierung des Öldurchsatzes erfolgt beim Öldruckzerstäuberverfahren durch eine Senkung des Druckes vor der Düse oder durch eine Verkleinerung des Düsenquerschnitts. Beide Maßnahmen scheiden bei sehr geringen Öldurchsätzen ($< 1 \text{ kg/h}$) aus. Eine Verringerung des Öldruckes führt zu einer Verschlechterung der Zerstäubung (z. B. ungleichmäßige Tröpfchenverteilung, zu große Tröpfchendurchmesser). Eine Verringerung des Düsendurchmessers bzw. der Breite der Tangentialschlitze in der Düse führt zu einer extremen Anfälligkeit gegenüber Schmutzpartikel im Öl und gegenüber Produkten aus thermischer Ver crackung während der Stillstandszeit des Brenners. Darüberhinaus ist es bei dem Verfahren der Öldruckzerstäubung im Bereich kleiner Leistung ($< 10 \text{ kW}$) derzeit nicht möglich die Anzahl der Brennstoffauslässe bei gleichem Öldurchsatz zu erhöhen, da dies eine Verringerung des Öldurchsatzes an einem einzelnen Brennstoffauslaß zur Folge hat und die eben genannten Probleme bei der Durchsatzreduzierung verstärkt auftreten.

Die Methode der Druckluftzerstäubung besitzt den Nachteil, daß es sich hierbei um ein technisch sehr aufwendiges Verfahren handelt, bei dem neben den aus dem Öldruckzerstäuberverfahren bekannten Komponenten (Ölpumpe, Verbrennungsluftgebläse, usw.) zusätzlich ein Druckluftkompressor benötigt wird.

Derzeit bekannte Verdampfungsbrennerkonstruktionen besitzen den Nachteil, daß sich an den heißen Verdampferoberflächen insbesondere in Gegenwart von Sauerstoff aufgrund der niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten entlang dieser Oberflächen Ablagerungen bilden, die den Verdampfungsvorgang behindern. Eine Reinigung der Verdampferoberflächen ist bei diesen Verfahren schon nach einer relativ kurzen Betriebszeit des Brenners notwendig.

Sowohl das Verfahren der Öldruckzerstäubung als auch das Verfahren Druckluftzerstäubung eröffnen bisher nicht die aus der Gasbrennertechnologie bekannte Möglichkeit der Konstruktion eines atmosphärischen (ohne Gebläseunterstützung) oder gebläseunterstützten vor der Flamme mischenden Brenners, bei dem die Verbrennungsreaktion an einer gasdurchlässigen Reaktionsoberfläche erfolgt. Voraussetzung hierfür ist die vollständige räumliche Entkopplung von Gemischbildung (Herstellung eines Brennstoff-Luftgemisches) und der anschließenden Verbrennung, die bei diesen Verfahren bisher nicht möglich ist.

Dieses Problem wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die räumliche Entkopplung von Gemischbildung und Verbrennung die aus der Gasbrennertechnologie bekannten Brennerkonstruktionen teilweise auf Ölbrenner übertragbar sind. Insbesondere die bisher lediglich den Gasbrennern vorbehaltenen Konstruktionsprinzipien, wie sie "vor der Flamme mischende Brenner" und "teilweise vor der Flamme mischende Brenner" jeweils mit und ohne Gebläseunterstützung darstellen, sind nun auch für Ölbrenner verwendbar. Durch die extreme Dichteabnahme des Brennstoffs nach der Verdampfung besteht die Möglichkeit selbst bei geringsten Öldurchsätzen ($< 1 \text{ kg/h}$) den Brennstoff durch eine hohe Anzahl an Austrittsbohrungen mit hoher Geschwindigkeit in einen umgebenden Luftstrom einzudüsen. Der Durchmesser einer einzelnen Bohrung ist dabei erheblich größer als der bei vergleichbarem Durchsatz erforderliche Bohrungsdurchmesser an einer herkömmlichen Druckzerstäuberdüse. Die hohe Geschwindigkeit des Brennstoffmassenstroms entlang der Verdampferwände verhindert das Entstehen von Ablagerungen sowohl im Verdampfer als auch an dessen Auslässen. Der hohe Impuls eines einzelnen Freistrahls und die Möglichkeit der Anbringung mehrerer Brennstoffauslässe begünstigt eine besonders gute Durchmischung von Brennstoff und Verbrennungsluft. Die Erzeugung besonders hoher Öldampfdrücke (bis zu 1000 kPa) eröffnet gegenüber den bisher aus der Gasbrennertechnik bekannten Verfahren zur Mischung eines gasförmigen Brennstoffes mit der Verbrennungsluft neuartige Brennerkonzepte, da die Abhängigkeit des Brennstoffdruckes von einem vorgegebenen Leitungsdruck entfällt. Die Eigenschaften des erzeugten Brennstoffnebels sind weitgehend unabhängig vom gewählten Brennstoffdurchsatz, so daß ein modulierender Betrieb des Brenners in einem sehr großen Leistungsbereich möglich ist. Hierdurch wird ein häufiges An- und Abschalten des Brenners vermieden, wodurch zum einen die Entstehung von Ablagerungen reduziert wird, zum anderen die beim Brennerstart und Brennerstopp erhöhten Emissionen verringert werden.

Die nachstehende Beschreibung von zwei verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit beiliegender Zeichnung der weiteren Erläuterung. Es zeigen:

Fig. 1 Ausführungsform 1: Dampfbrenner für Heizöl EL in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist und die Mischung von Verbrennungsluft und Öldampf vor der Flamme liegt (Seitenansicht).

Fig. 2 Ausführungsform 1: Dampfbrenner für Heizöl EL in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist und die Mischung von Verbrennungsluft und Öldampf vor der Flamme liegt (Vorderansicht).

Fig. 3 Ausführungsform 2: Dampfbrenner für Heizöl EL in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist und die Mischung von Verbrennungsluft und Öldampf teilweise vor der Flamme liegt (Seitenansicht).

Fig. 4 Ausführungsform 2: Dampfbrenner für Heizöl EL in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist und die Mischung von Verbrennungsluft und Öldampf teilweise vor der Flamme liegt (Vorderansicht).

Fig. 5 Öldampferzeugung in einem von außen beheizten Rohr.

Fig. 6 Öldampferzeugung in einem von außen beheizten Ringspalt, der von einem außenliegenden hohlzylindrischen Bauteil und einem innenliegenden hohlzylindrischen Bauteil gebildet wird.

Ausführungsform 1 zeigt einen Dampfbrenner für Heizöl EL in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist und die Mischung von Verbrennungsluft und Öldampf vor der Flamme liegt. Das Öl gelangt über Rohrstück 1 zu einem im flammnahen Bereich liegenden hitzebeständigen Verdampfer-Rohrstück 2 und von dort über Rohrstück 3 in den elektrisch beheizten Öldampferzeuger 4. Dort wird das Öl vor dem Brennerstart auf eine Temperatur von ca. 500°C erhitzt und dabei verdampft. Erst nach vollständiger Verdampfung des im Öldampferzeuger 4 enthaltenen Öls wird dieser geringfügig gegenüber der feststehenden Kesselwand 5 bzw. dem daran angeflanschten Brennerrohr 6 verschoben, wodurch sich das Brennstoffventil 7 öffnet. Der Öldampf tritt mit hoher Geschwindigkeit aus den ringförmig angeordneten Bohrungen 8 aus und mischt sich mit der über das Brennerrohr 6 zugeführten Verbrennungsluft 9. Dabei bildet sich ein sehr feiner Ölnebel, dessen mittlerer Tröpfchendurchmesser erheblich unter dem mit einer herkömmlichen Druckzerstäuberdüse erzielbaren Tröpfchendurchmesser liegt. Ein Teil des Öldampfes kondensiert nicht, sondern bleibt auch bei Raumtemperatur als stabiles Gas erhalten. In zwei nachgeschalteten Mischstrecken 10, 11 wird die Strömung durch eingebaute Hindernisse 12, 13 mehrfach umgelenkt, was zum einen den Turbulenzgrad der Strömung erhöht und zum anderen den Mischweg verlängert. Die Strömung gelangt aus dem vorderen Mischraum 10 in den nachgeschalteten Mischraum 11 über ringförmig angeordnete Bohrungen 14 in das Austrittsrohr 15. Durch dieses gelangt die Strömung über eine hohe Anzahl (> 5000) kleiner Bohrungen 16 in die poröse Wandung des keramischen Reaktionsrohres 17 und wird an dessen Oberfläche beim Brennerstart durch einen Funken aus der elektrischen Zündeinrichtung 18 gezündet. Das Austrittsrohr 16 bewirkt erneut die Mischung der Strömung in turbulenten Freistrahlen und sichert den Brenner gegen das Rückschlagen der Flamme in die Mischkammern ab. Das Reaktionsrohr 17 stellt die eigentliche Reaktionsoberfläche für die Verbrennung dar und verhindert das Abheben der Flamme. Nach dem Brennerstart wird ein Teil der bei der Verbrennungsreaktion freiwerdenden Wärme an das Verdampfer-Rohrstück 2 und das darin fließende Öl übertragen. Durch die Wärmezufuhr wird nach einer gewissen Aufheizdauer vom Brennerstart ab gerechnet das Öl verdampft. Der elektrisch betriebene Öldampferzeuger wird in dieser Betriebsphase des Brenners abgeschaltet. Die Feuerungsleistung des Brenners ist durch Regeln der zugeführten Brennstoff- und Luftmenge dem aktuellen Wärmebedarf anpaßbar, so daß ein Abschalten des Brenners weitgehend vermeidbar ist.

Ausführungsform 2 zeigt einen Dampfbrenner für Heizöl EL in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist und die Mischung von Verbrennungsluft und Öldampf teilweise vor der Flamme liegt. Das Öl gelangt über Rohrstück 19 zu einem im flammnahen Bereich liegenden hitzebeständigen Verdampfer-Rohrstück 20 und von dort über Rohrstück 21 in den elektrisch beheizten Öldampferzeuger 22. Dort wird das Öl vor dem Brennerstart auf eine Temperatur von ca. 500°C erhitzt und dabei verdampft. Erst nach vollständi-

ger Verdampfung des im Öldampferzeuger 22 enthaltenen Öls wird dieser geringfügig gegenüber der feststehenden Kesselwand 23 bzw. dem daran angeflanschten Sekundärluftrohr 24 und Primärluftrohr 25 verschoben. Hierdurch öffnet der an der feststehenden Drallschaukel 26 befestigte Ventilstößel 27 das Öldampfventil 28. Der Öldampf tritt mit hoher Geschwindigkeit aus den ringförmig angeordneten Bohrungen 29 aus und mischt sich mit der über das Primärluftrohr 25 zugeführten Primärluft 30. Ein Teil des Öldampfes kondensiert nicht, sondern bleibt auch bei Raumtemperatur als stabiles Gas erhalten. In dem Vormischbereich 31 (in Fig. 3 grau hinterlegter Bereich) findet noch keine Verbrennung des Brennstoff-Luftgemisches statt. Die Sekundärluft 32 wird über ein koaxial zum Primärluftrohr 25 angeordnetes Sekundärluftrohr 24 zugeführt. Das Sekundärluftrohr 23 besitzt an seinem dem Feuerraum zugewandten Ende feine Bohrungen 33 durch die die Luft in turbulenten Freistrahlen eintritt und Verbrennungsgase aus dem Raum zwischen Mischrohr 34 und Flammrohr 35 durch die Rezirkulationsschlitze 36 induziert. Zusätzlich strömen insbesondere im oberen Teil des Leistungsbereiches des Brenners Verbrennungsgase über die Rezirkulationsschlitze 37 im Flammrohr 35 ein. Unterstützt wird dieser Vorgang der Rezirkulation durch die Zufuhr verdrallter Primärluft, deren Drallgrund durch Stellung der tauschbaren Drallschaukeln 31, 26 zur Strömungsrichtung veränderbar ist. Der Druck im Primär- und Sekundärluftrohr ist unabhängig voneinander einstellbar. Der Drallgrad der Gesamtströmung im Mischrohr 34 ist bei konstantem Verbrennungsluftstrom durch das Verhältnis von Primärluftdruck zu Sekundärluftdruck beeinflussbar. Erst in der Flamme findet die vollständige Vermischung von Brennstoff und Luft statt. Beim Brennerstart wird die Zufuhr der verdrallten Primärluftmenge reduziert oder unterbrochen, wodurch die Zündfähigkeit des Gemisches erhöht wird. Gezündet wird das Brennstoff-Luftgemisch durch einen Funken der mit Hilfe einer elektrischen Zündeinrichtung 38 erzeugt wird. Nach dem Brennerstart wird ein Teil der bei der Verbrennungsreaktion freiwerdenden Wärme an das Verdampfer-Rohrstück 20 und das darin fließende Öl übertragen. Durch die Wärmezufuhr wird, nach einer gewissen Aufheizdauer vom Brennerstart ab gerechnet, das Öl verdampft. Der elektrisch betriebene Öldampferzeuger 22 wird in diesem Betriebszustand abgeschaltet. Die Feuerungsleistung des Brenners ist nun durch Regeln der zugeführten Brennstoff- und Luftmenge dem aktuellen Wärmebedarf der Anlage anpaßbar, so daß ein Abschalten des Brenners weitgehend vermeidbar ist.

Fig. 5 und Fig. 6 zeigen unterschiedliche Ausführungsformen des elektrisch beheizten Dampferzeugers.

Fig. 5 zeigt einen Öldampferzeuger in dem der flüssige Brennstoff im Rohr 39 verdampft. Das Rohr 39 ist von außen durch eine elektrische Rohrwendelheizpatrone 40 beheizt und zur Verringerung der Wärmeverluste an die Umgebung von einem Isolationsrohr 41 umschlossen.

Fig. 6 zeigt einen Öldampferzeuger in dem der flüssige Brennstoff in einem Ringspalt, der von einem außenliegenden hohlzylindrischen Bauteil 42 und einem innenliegenden ebenfalls hohlzylindrischen Bauteil 43 gebildet wird, verdampft. Das äußere Rohr 42 ist durch eine elektrische Rohrwendelheizpatrone 44 beheizt und zur Verringerung der Wärmeverluste an die Umgebung von einem Isolationsrohr 45 umschlossen. An den Rohrenden befinden sich Nuten 46, in die hitzebeständige O-Ringe 47 eingelegt sind. Die Abdichtung an den bei-

den Enden des Öldampferzeugers erfolgt durch zwei Flansche 48, die auf die Enden des äußeren Rohres aufgeschraubt sind. Der Öldampf tritt über die radial angeordneten Bohrungen 49 aus. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Möglichkeit die Verbrennungsluft axial, mittig zuzuführen und in der größeren Wärmeübertragungsfläche im Vergleich zu dem in Fig. 5 dargestellten Öldampferzeuger. Darüberhinaus ist die installierbare Heizleistung bezogen auf die Länge des Öldampferzeugers bei der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform, aufgrund des größeren Wickeldurchmessers der Heizpatrone, größer als bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform, wodurch die Aufheizdauer kürzer ist.

Patentansprüche

1. Dampfbrenner für flüssige Brennstoffe in Wärmeerzeugern kleiner Leistung bei dem die Öldampferzeugung von der Verbrennung räumlich entkoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, daß für die Gemischbildung mehrere Öldampfstrahlen in Form von turbulenten Freistrahlen entweder radial oder axial in eine Luftströmung eingeleitet werden.
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfung nicht unter atmosphärischen Bedingungen abläuft, sondern der Brennstoffdampf vor dem Düsenaustritt einen Überdruck gegenüber der Umgebungsluft zwischen 10 kPa und 1000 kPa, vorzugsweise zwischen 100 kPa und 500 kPa besitzt.
3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Start des Brenners der flüssige Brennstoff unter Luftabschluß ohne Trägermedium durch ein elektrisches Heizelement aus dem flüssigen Zustand ohne vorherige Zerstäubung in den dampfförmigen Zustand umgewandelt wird. Nach der Verdampfung besitzt der Brennstoff eine Temperatur zwischen 400 und 800 Grad Celsius, vorzugsweise zwischen 400 und 500 Grad Celsius.
4. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Betriebsphase des Brenners die für die Verdampfung notwendige Wärme aus dem Bereich der Verbrennungsreaktion durch Konvektion, Strahlung und Wärmeleitung an die Innenwand eines hermetisch dichten, von Brennstoff durchflossenen Hohlkörpers, übertragen wird, in dem der flüssige Brennstoff verdampft. Der Hohlkörper ist auf allen Seiten von heißen Verbrennungsgasen umströmt und besitzt keinen Kontakt mit dem Brennerrohr oder sonstigen mit der Flamme in Berührung stehenden Bauelementen, sondern ist nur an wenigen Befestigungspunkten mit dem Brennergehäuse verbunden, also freitragend.
5. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfung des flüssigen Brennstoffs in der Startphase des Brenners entweder in einem von außen beheizten Rohr oder in einem Ringspalt, der von einem außenliegenden hohlzylindrischen Bauteil und einem innenliegenden hohlzylindrischen Bauteil gebildet wird, stattfindet. Der Innendurchmesser des Rohres bzw. die Spaltweite des Ringspalt sind je nach Leistungsbereich des Brenners so zu dimensionieren, daß aufgrund der sich einstellenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten des Dampfes Ablagerungen vermieden werden. Wird der Dampferzeuger als von außen beheiztes Rohr ausgeführt, so liegt der Innendurch-

messer zwischen 500 und 50 µm, vorzugsweise zwischen 400 und 100 µm. Bei Verdampfung im Ringspalt liegt die Spaltweite zwischen 500 und 50 µm, vorzugsweise zwischen 300 und 100 µm.

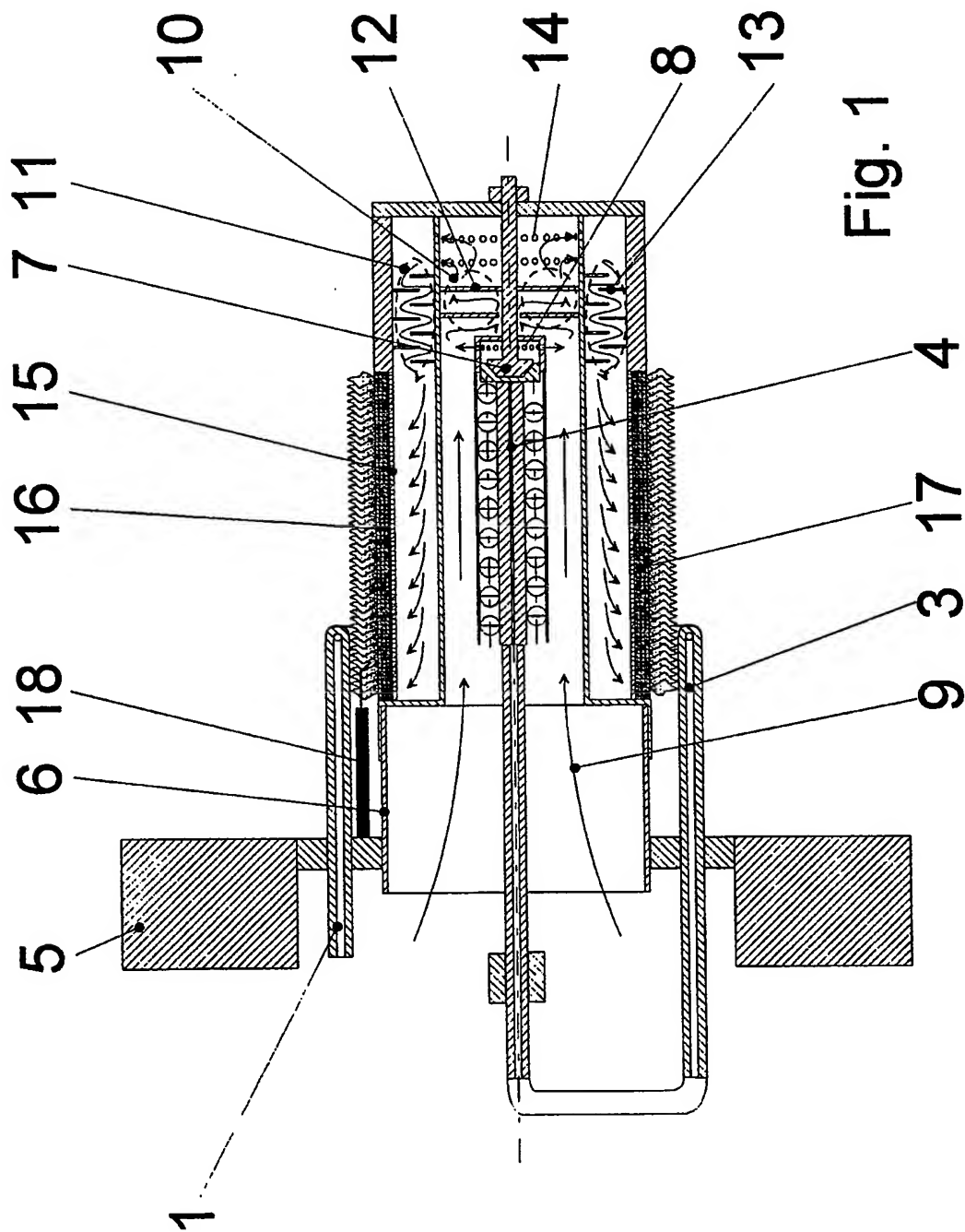
6. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoffdurchsatz je nach Dimensionierung zwischen 100 kg/h bis 1 kg/h, vorzugsweise zwischen 10 kg/h bis 100 g/h, insbesondere zwischen 1 kg/h bis 10 g/h liegt.

7. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Brennstoff und Verbrennungsluft entweder vor der Flamme (Ausführungsbeispiel 1) oder teilweise vor der Flamme (Ausführungsbeispiel 2) mischbar sind.

8. Brenner nach Anspruch 6, daß das Brennstoff-Luftgemisch bei Mischung vor der Flamme nach dem Prinzip der Oberflächenverbrennung entweder über eine hohe Anzahl feiner Bohrungen an einer Oberfläche eines Körpers oder über die Oberfläche eines porösen Körpers in den Feuerraum austritt und dort verbrennt.

9. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem Leistungsbereich von 1 : 10, vorzugsweise 1 : 20 modulierend zu betreiben ist. Die jeweils zugeführte Öl- und Verbrennungsluftmenge ist über eine Verbundregelung dem momentanen Wärmebedarf der Anlage anpaßbar ohne daß dabei ein Wechsel der Brennstoffdüse oder eine Abschaltung des Brenners erforderlich ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen



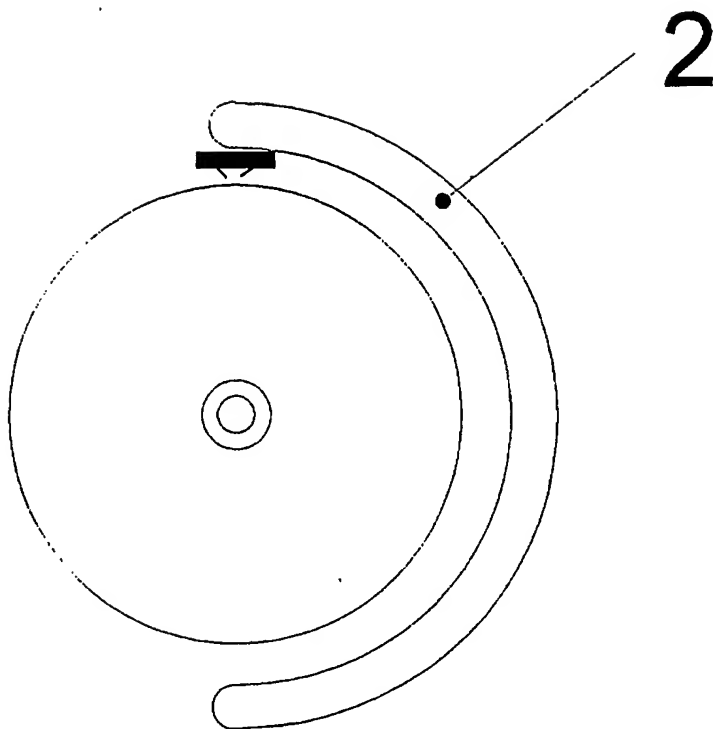
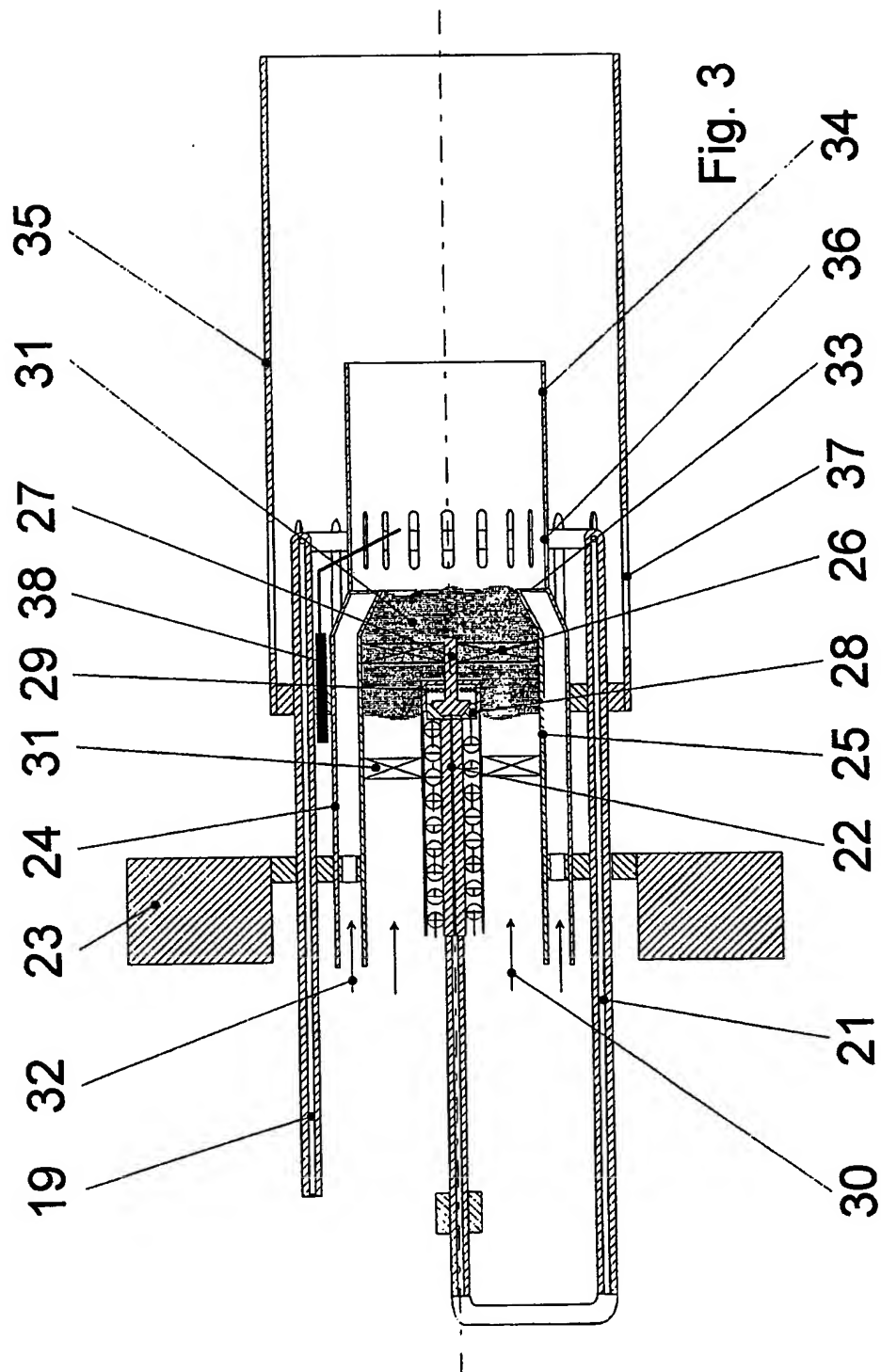


Fig. 2



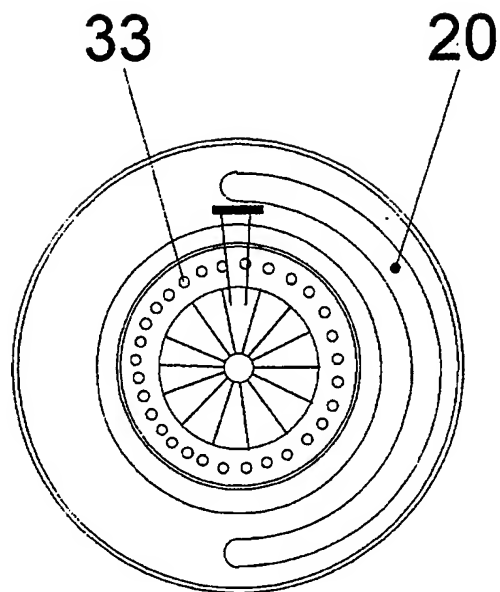


Fig. 4

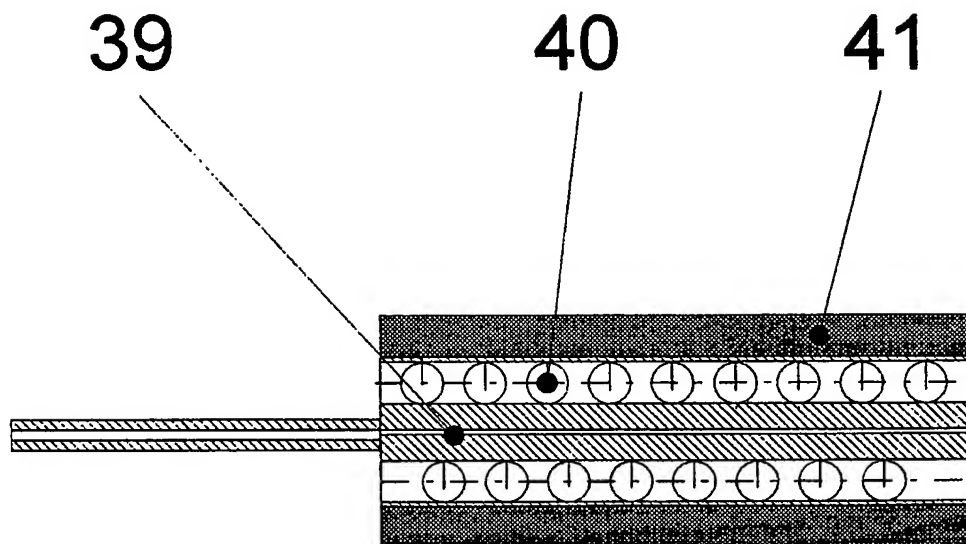


Fig. 5

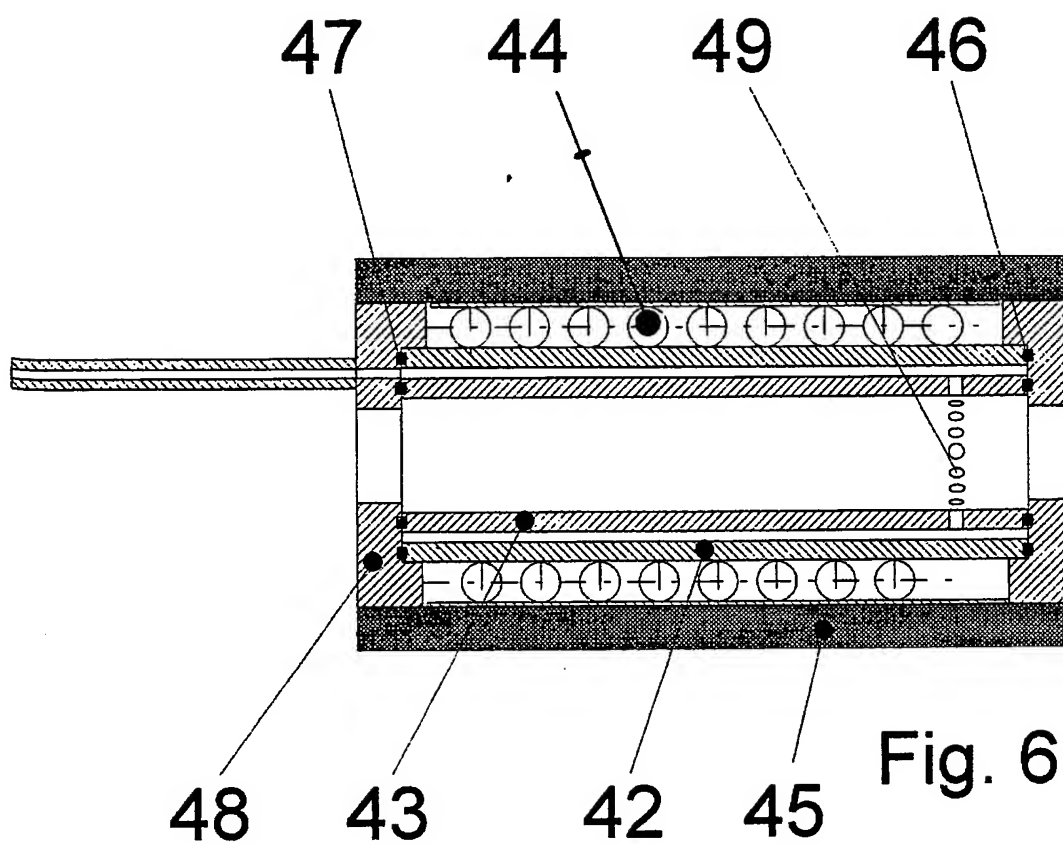


Fig. 6